McKinsey&Company

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE

UN FUTURO QUE FUNCIONA: AUTOMATIZACIÓN, EMPLEO Y PRODUCTIVIDAD

ENERO, 2017

RESUMEN EJECUTIVO

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE

INVESTIGACIÓN. PERSPECTIVA. IMPACTO.



MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE

Desde su fundación en 1990, el McKinsey Global Insitute (MGI) busca desarrollar un entendimiento más profundo de la cambiante economía mundial. Siendo el brazo de investigación de McKinsey & Company en los temas de negocios y economía, el MGI tiene como meta el proporcionar a los líderes de los sectores comercial, público y social datos factuales y perspectivas sobre las cuales basar sus decisiones gerenciales y respecto a la política. El Instituto Lauder de la Universidad de Pensilvania clasificó al MGI como el Think Tank número uno a nivel mundial del sector privado en su índice Global Think Tank del 2015.

La investigación del MGI combina las disciplinas de ciencias económicas y gestión de negocios valiéndose de las herramientas analíticas de las ciencias económicas en conjunto con las perspectivas de los líderes empresariales. Usando su metodología "de micro a macro" estudia las tendencias industriales microeconómicas para entender de mejor manera las fuerzas macroeconómicas que afectan las estrategias empresariales y las políticas públicas. Los informes exhaustivos del MGI abarcan más de 20 países y 30 industrias. La presente investigación se enfoca en seis temas: productividad y crecimiento, recursos naturales, mercados laborales, la evolución de los mercados financieros globales, el impacto económico de la tecnología e innovación y la urbanización.

En algunos de sus recientes informes se evalúan los beneficios económicos de abordar los temas de la desigualdad de género, la nueva era de la competencia global, la innovación china y la globalización digital. El MGI está liderado por cuatro Socios Sénior de McKinsey & Company: Jacques Bughin, James Manyika, Jonathan Woetzel y Frank Mattern, quien es el Presidente del MGI. Michael Chui, Susan Lund, Anu Madgavkar, Sree Ramaswamy y Jaana Remes son socios del MGI. Los equipos de proyectos son liderados por los socios del MGI y por un grupo de colaboradores sénior e incluyen consultores de las oficinas de McKinsey en todo el mundo. Estos equipos recurren a la red global de socios de McKinsey así como a expertos en la industria y en la gestión de negocios. El Consejo del MGI co-lidera los proyectos, da guía y contribuye con información; sus miembros son Andrés Cadena, Richard Dobbs, Katy George, Rajat Gupta, Eric Hazan, Eric Labaye, Acha Leke, Scott Nyquist, Gary Pinkus, Shirish Sankhe, Oliver Tonby y Eckart Windhagen. Además, economistas líderes, algunos de ellos ganadores del Premio Nobel, fungen como asesores de investigación.

Los socios de McKinsey financian la investigación del MGI. La investigación no es contratada por ninguna empresa, gobierno ni ninguna otra institución. Para mayor información acerca del MGI y para descargar los informes, por favor visite www.mckinsey.com/mgi.

Copyright © McKinsey & Company 2017

UN FUTURO QUE FUNCIONA: AUTOMATIZACIÓN, EMPLEO Y PRODUCTIVIDAD

ENERO, 2017



James Manyika | San Francisco

Michael Chui | San Francisco

Mehdi Miremadi | Chicago

Jacques Bughin | Bruselas

Katy George | Nueva Jersey

Paul Willmott | Londres

Martin Dewhurst | Londres

EN BREVE

UN FUTURO QUE FUNCIONA: AUTOMATIZACIÓN, EMPLEO Y PRODUCTIVIDAD

Los avances en robótica, inteligencia artificial y aprendizaje automático (machine learning) están abriendo el camino hacia una nueva era de automatización conforme las máquinas equiparan o superan el desempeño humano en una gran gama de actividades laborales, incluyendo las que requieren competencias cognitivas. En este informe que es parte de nuestra investigación permanente sobre el futuro del trabajo, analizamos el potencial de automatización de la economía mundial, los factores que determinan el ritmo y alcance de su adopción en el lugar de trabajo y el impacto económico asociado a su potencial.

- La automatización de las actividades posibilita que las empresas mejoren su desempeño al reducir los errores y mejorar la calidad y la velocidad; en algunos casos puede llevar a lograr resultados que vayan más allá de la capacidad humana. Como ya lo ha hecho a lo largo de la historia, la automatización también contribuye a mejorar la productividad. En épocas donde el crecimiento de la productividad es mediocre puede dar el impulso necesario para el crecimiento económico y la prosperidad así como ayudar a compensar el impacto de la disminución de la población en edad de trabajar en muchos países. A partir de nuestro modelado de escenarios, estimamos que la automatización podrá aumentar el crecimiento de la productividad a nivel mundial de un 0.8 a un 1.4 por ciento anualmente.
- De acuerdo a nuestro análisis de más de 2,000 actividades laborales en 800 profesiones, cerca de la mitad de las actividades por las cuales se pagan salarios equivalentes a $15 billones en la economía mundial tienen el potencial de ser automatizadas si se adoptan tecnologías probadas. Aunque menos del 5 por ciento de todas las profesiones pueden ser automatizadas en su totalidad usando tecnologías probadas, cerca del 60 por ciento de todas las profesiones están integradas por actividades automatizables y que representan por lo menos el 30% de su total.
- Las actividades susceptibles a la automatización involucran actividades físicas en entornos altamente estructurados y predecibles lo mismo que las vinculadas con la recopilación y procesamiento de datos. En los EE.UU., constituyen el 51 por ciento de las actividades económicas y representan casi $2.7 billones en salarios. Predominan en la manufactura, el alojamiento, la industria alimentaria institucional y el comercio al menudeo, incluyendo algunos empleos para trabajadores medianamente calificados.
- Los factores técnicos, económicos y sociales determinarán el ritmo y alcance de la automatización. El continuo avance técnico en áreas tales como el procesamiento del lenguaje natural es un factor clave. Más allá de la viabilidad técnica, del costo de la tecnología, de la competencia con la mano de obra (que incluye habilidades y dinámicas de oferta y demanda), las mejoras a desempeño (que incluyen y van más allá de los ahorros en costos de mano de obra), la aceptación social así como la regulación afectarán el ritmo y alcance de la automatización. Nuestros escenarios sugieren que la mitad de las actividades laborales de la actualidad pudieran automatizarse para el 2055 aunque esto puede ocurrir 20 años antes o después dependiendo de varios factores.
- Las personas necesitarán seguir trabajando en conjunto con las máquinas para generar el crecimiento del PIB per cápita al que aspiran los países alrededor del mundo. Nuestros estimados de productividad parten del supuesto de que las personas desplazadas por la automatización encontrarán otro empleo. El cambio en las actividades de la fuerza laboral que se anticipa es de una magnitud similar a la época del alejamiento de las labores agrícolas y al decremento del nivel de importancia de los empleos de manufactura en los EE.UU., los cuales fueron acompañados por la creación de nuevos tipos de trabajos que no se vislumbraban en ese entonces.
- Para las empresas los beneficios de la automatización en el desempeño son relativamente claros pero la situación es más complicada para los funcionarios públicos. Ellos deben aprovechar la oportunidad de que la economía se beneficie del potencial de crecimiento de la productividad e implementar las políticas que estimulen la inversión y los incentivos de mercado para fomentar el progreso y la innovación. Al mismo tiempo, deben lograr que las políticas evolucionen o que existan innovaciones que ayuden a los trabajadores e instituciones a adaptarse al impacto en el empleo. Lo más probable es que esto incluya reconsiderar la educación y el entrenamiento, transferencias y redes de seguridad así como dar apoyo para la transición a quienes sean desplazados.
  Los individuos en el lugar de trabajo necesitarán interactuar más activamente con las máquinas como parte de sus actividades diarias y adquirir nuevas habilidades que se requerirán en la nueva era de la automatización.

ATOMATIZATION

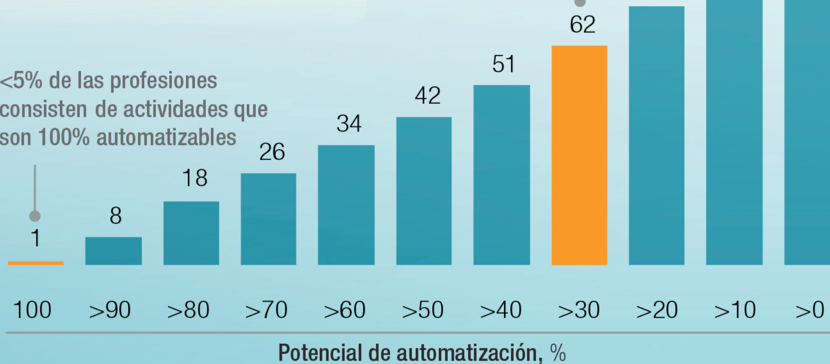
Una fuerza global que transformará las economías y la fuerza laboral

Potencial de automatización al adaptar las tecnologías probadas

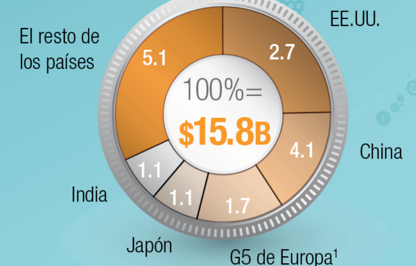
Aunque pocas profesiones se pueden automatizar totalmente, el 60 por ciento de ellas tienen por lo menos un 30 por ciento de actividades automatizables

ACTIVIDADES CON EL MAYOR POTENCIAL DE AUTOMATIZACIÓN:

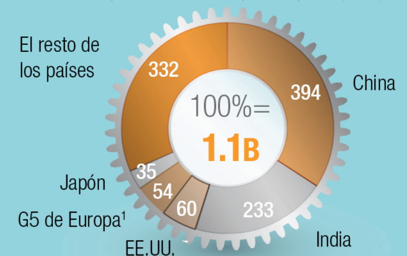
Actividades físicas predecibles	**81%**
Procesamiento de datos	**69%**
Compilación de datos	**64%**



Salarios asociados con actividades automatizables
$ billones



Mano de obra asociada con actividades automatizables
Millones de equivalentes a tiempo completo (FTEs)



[1] Francia, Alemania, Italia, España y el Reino Unido

Cinco factores que afectan el ritmo y alcance de la adopción

1 VIABILIDAD TÉCNICA
La tecnología tiene que ser inventada, integrada y adaptada a soluciones para un uso específico

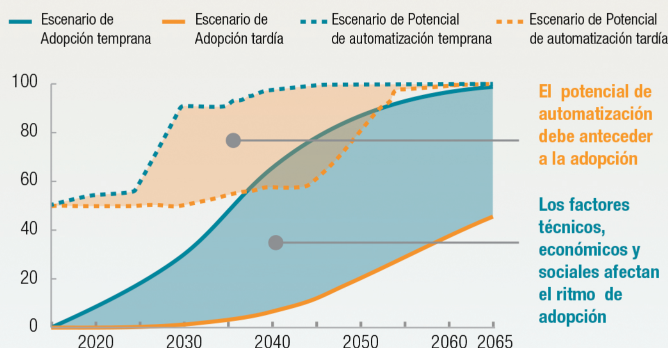
2 COSTO DE DESARROLLAR E IMPLEMENTAR LAS SOLUCIONES
Costos de hardware y software

3 DINÁMICAS DEL MERCADO LABORAL
La oferta, la demanda y los costos de mano de obra influyen en qué actividades se automatizarán

4 BENEFICIOS ECONÓMICOS
Incluyen mayor producción y mejor calidad, junto con ahorros de costo de mano de obra

5 REGLAMEN TACIÓN Y ACEPTACIÓN SOCIAL
Aun cuando la automatización haga sentido comercial, la adopción puede llevar tiempo

Escenarios acerca del tiempo dedicado a las actuales actividades laborales, %

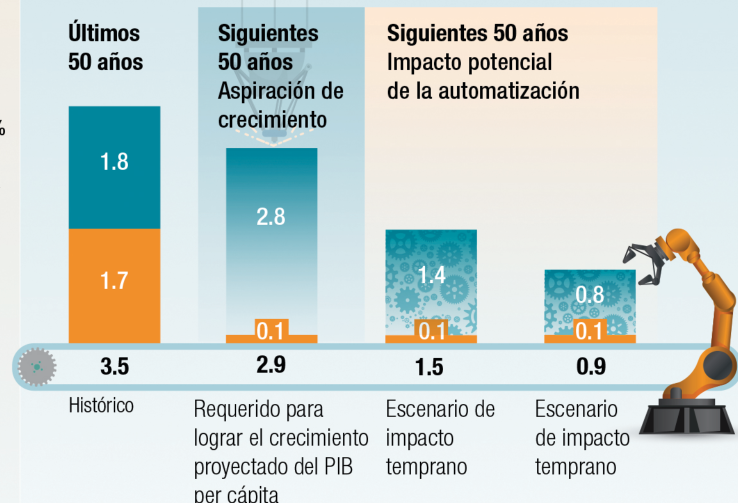


La automatización impulsará la productividad global y aumentará el PIB

G19 más Nigeria

Crecimiento de la productividad, %
La automatización puede ayudar a aportar parte de la productividad necesaria para lograr el crecimiento económico futuro

Crecimiento del empleo, %
Disminuirá drásticamente debido al envejecimiento



McKinsey&Company



© Starship Technologies

RESUMEN EJECUTIVO

La automatización no es un fenómeno nuevo y los cuestionamientos acerca de sus promesas y efectos han acompañado sus avances por mucho tiempo. Hace más de medio siglo, el Presidente de los EE.UU., Lyndon B. Johnson, estableció una comisión nacional para estudiar el impacto de la tecnología en la economía y en el empleo, declarando que la automatización no tenía que destruir los empleos sino que “puede ser un aliado de nuestra prosperidad si cuidamos el futuro[1]”. Muchos de esos mismos cuestionamientos han salido a la luz nuevamente como resultado de los extraordinarios avances tecnológicos de los últimos años, como son la robótica, la inteligencia artificial (AI, por sus siglas en inglés) y el aprendizaje automático (machine learning). La automatización ahora tiene el potencial de cambiar las actividades diarias del trabajo de los mineros, de los jardineros, los banqueros, los diseñadores de moda, los soldadores y de los CEOs también. ¿Qué tan pronto se convertirán estas tecnologías en una realidad en el lugar de trabajo? ¿Cuál será su impacto en el empleo y en la productividad en la economía mundial?

Durante los dos últimos años hemos realizado un programa de investigación sobre las tecnologías de automatización y sus potenciales efectos. Los siguientes son algunos de nuestros hallazgos clave:

- Estamos viviendo una nueva era de automatización en la cual los robots y las computadoras no solo pueden realizar un gama de actividades rutinarias de trabajo físico mejor que los seres humanos y a menor costo, sino que también son cada vez más capaces de realizar actividades que requieren competencias cognitivas, como son el hacer juicios tácticos, sentir emociones o hasta conducir un vehículo (actividades que se consideraban demasiado difíciles para ser automatizadas)[2].

- La automatización de las actividades puede habilitar el crecimiento de la productividad y otros beneficios tanto a nivel de los procesos y negocios individuales como a nivel de economías completas donde la necesidad de acelerar la mejora en productividad es extrema, especialmente conforme la población en edad de trabajar disminuye en muchos países. A nivel microeconómico, las empresas en todas partes del mundo tendrán la oportunidad de capturar beneficios y lograr ventajas competitivas gracias a las tecnologías de automatización, no solo por reducciones de costo de mano de obra sino también de los beneficios del desempeño como son una mayor producción, mejor calidad y menores tiempos muertos. A nivel macroeconómico, basándonos en nuestro modelado de escenarios, estimamos que la automatización podría aumentar el crecimiento de la productividad a nivel mundial de un 0.8 hasta 1.4 por ciento anualmente.

- Nuestra aproximación para analizar el potencial impacto de la automatización es enfocarnos en las actividades individuales en lugar de en profesiones completas. Dadas las tecnologías probadas que existen en la actualidad, muy pocas profesiones (menos del 5 por ciento) son candidatas para ser totalmente automatizadas hoy día (o sea que se automatizaran todas las actividades que conforman una profesión dada). Sin embargo, casi todas las profesiones tienen potencial para ser automatizadas parcialmente ya que un alto porcentaje de sus actividades son automatizables. Estimamos que cerca de la mitad de las actividades que son remuneradas en el mundo son automatizables si se adaptan las tecnologías probadas en la actualidad.

---

1 El Presidente Johnson firmó el proyecto de Ley para la creación de la Comisión Nacional para la Tecnología, la Automatización y el Progreso Económico *(National Commission on Technology, Automation, and Economic Progress)* el 19 de agosto de 1964. El informe fue publicado en 1966 *[“Technology and the American economy: Report of the National Commission on Technology, Automation and Economic Progress”, US Department of Health, Education and Welfare, February 1966].* En diciembre del 2016, la Casa Blanca publicó un nuevo informe sobre el mismo tema: *Artificial intelligence, automation, and the economy*.

2 En este informe nos enfocamos en las implicaciones de las tecnologías de automatización más que en las tecnologías mismas. Para leer un debate a detalle sobre las tecnologías de aprendizaje automático y aprendizaje profundo, por favor refiérase al capítulo correspondiente en: *The age of analytics: Competing in a data-driven world*, McKinsey Global Institute, December 2016.

- El ritmo y alcance de la automatización y por tanto su impacto en los trabajadores variará dependiendo de las actividades, profesiones, salarios y niveles de habilidad. Muchos trabajadores continuarán trabajando en conjunto con las máquinas conforme se automaticen parte de sus actividades. Las actividades que es probable que se automaticen pronto son las relacionadas con actividades físicas, especialmente las que prevalecen en la manufactura y el comercio al menudeo, así como las vinculadas con la recopilación y procesamiento de datos las cuales existen en todos los sectores, salarios y habilidades. Algunas formas de automatización estarán sesgadas por las habilidades tendiendo a aumentar la productividad de los trabajadores altamente calificados aun si reduce la demanda de trabajadores menos calificados y de profesiones con actividades muy repetitivas, como son los archivistas o los operarios de líneas de ensamble[3]. Otras automatizaciones afectarán de manera desproporcionada a los trabajadores medianamente calificados[4]. Conforme el desarrollo tecnológico logre que las actividades tanto de los trabajadores no calificados como de los altamente calificados sean susceptibles a la automatización, estos efectos de polarización se podrían reducir.

- La automatización tendrá efectos de amplio espectro en todas partes y sectores. Aunque la automatización es un fenómeno global, cuatro economías (China, India, Japón y los EE.UU.) representan un poco más de la mitad del total de salarios y casi dos tercios del número de empleados asociados con actividades que son automatizables si se adaptan las tecnologías probadas en la actualidad. Dentro de los países, el potencial de automatización se verá afectado por la mezcla de cada sector y por la mezcla de actividades dentro de los sectores. Por ejemplo, las industrias como la manufactura y la agricultura incluyen actividades físicas predecibles que tienen un alto potencial de automatización, pero las bajas tarifas salariales en algunos países en desarrollo pueden frenar su adopción.

- La automatización no sucederá de la noche a la mañana y existen cinco factores que influirán en el ritmo y alcance de su adopción. El primero es la viabilidad técnica, dado que es necesario inventar, integrar y adaptar la tecnología a las soluciones que automaticen actividades específicas. El segundo es el costo de desarrollar e implementar las soluciones, lo que afecta el caso de negocios para la adopción. Las dinámicas del mercado laboral son el tercer factor, e incluyen la oferta, la demanda y el costo de mano de obra humana como una alternativa a la automatización. El cuarto son los beneficios económicos dentro de los que se incluyen una mayor producción y mejor calidad, así como ahorros en costos de mano de obra. Por último, la reputación y aceptación social pueden afectar la tasa de adopción aun cuando la implementación haga sentido comercial. Tomando todos estos factores en consideración, estimamos que llevará décadas para ver el efecto total de la automatización en las actividades laborales actuales. Aunque los efectos de la automatización pueden ser lentos a nivel macro dentro de la totalidad de los sectores o de las economías, pueden ser rápidos a nivel micro tanto para un trabajador cuyas actividades se automaticen como para una compañía cuya industria se vea desestabilizada debido a competidores que usen la automatización.

- Aunque la mayor parte del debate actual acerca de la automatización se ha enfocado en el potencial desempleo masivo, partiendo de un excedente de mano de obra humana, la economía mundial necesitará realmente cada pieza de mano de obra humana, además de los robots, para superar las tendencias demográficas de envejecimiento tanto en las economías desarrolladas como en las emergentes. En otras palabras, es mucho menos probable que exista un excedente de mano de obra humana que un déficit, a menos que la automatización se implemente extensamente. Sin embargo, la naturaleza del trabajo cambiará. Conforme los procesos se transformen por la automatización de las actividades individuales, las personas realizarán actividades complementarias al trabajo de las máquinas (y viceversa). Estas modificaciones cambiarán la organización de las compañías, la estructura y fundamentos de la competencia en las industrias y los modelos de negocio.

---

[3] Para leer sobre el debate sobre el cambio técnico sesgado a favor de la mano de obra calificada o a favor de la mano de obra no calificada, refiérase a: *David H. Autor, Frank Levy, and Richard J. Mumane, "The skill content of recent technological change: An empirical explanation," Quarterly Journal of Economics*, November 2003 y *Daron Acemoglu and David H. Autor, "Skills, tasks, and technologies: Implications for employment and earnings," in Handbook of Labor Economics, volume 4B, David Card and Orley Ashenfelter, eds., Elsevier, 2011.*

[4] David H. Autor, "Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation," *Journal of Economic Perspectives*, volume 29, number 3, 2015.

- Para las empresas los beneficios de la automatización en el desempeño son claros, pero la situación es más complicada para los gobiernos. Ellos deben aprovechar la oportunidad de que la economía se beneficie del potencial de crecimiento de la productividad e implementar las políticas que estimulen la inversión y los incentivos de mercado para fomentar el progreso y la innovación. Al mismo tiempo, deben lograr que las políticas evolucionen o que existan innovaciones que ayuden a los trabajadores e instituciones a adaptarse al impacto en el empleo. Lo más probable es que esto incluya reconsiderar la educación y el entrenamiento, trasferencias y redes de seguridad así como apoyo en la transición para quienes sean desplazados. Los individuos en el lugar de trabajo necesitarán interactuar más ampliamente con las máquinas como parte de sus actividades diarias y adquirir nuevas habilidades que se requerirán en la nueva era de automatización.

La escala de modificaciones en la fuerza laboral que las tecnologías de automatización desatarán a lo largo de muchas décadas futuras es de la misma magnitud que las modificaciones de largo plazo habilitadas por la tecnología en la fuerza laboral de los países desarrollados en la época de expulsión del empleo en el sector agrícola en el siglo XX. Esas modificaciones no dieron como resultado un desempleo masivo de largo plazo porque fueron acompañadas por la creación de nuevos tipos de trabajo que no se vislumbraban entonces. No podemos afirmar de manera categórica que el precedente histórico se repetirá ahora. Pero nuestro análisis muestra que los seres humanos seguirán siendo necesarios en la fuerza laboral: el aumento total a la productividad que estimamos solo sucederá si las personas trabajan en conjunto con las máquinas.

CALIBRANDO EL POTENCIAL DE LA AUTOMATIZACIÓN EN LUGAR DE TRABAJO GLOBAL DE LA ACTUALIDAD

El autor checo Karel Capek acuñó la palabra "robot" hace casi un siglo, en una obra escrita en 1920 acerca de los androides de una fábrica los cuales hacían, cada uno, el trabajo de dos y media personas por una fracción del costo[5]. La ciencia ficción se ha convertido en una realidad en los negocios. Los robots son una presencia común en la manufactura y los algoritmos juegan un rol cada vez mayor en compañías que van de UPS a Amazon[6]. Con los recientes desarrollos en robótica, inteligencia artificial y aprendizaje automático, las tecnologías no solo hacen cosas que antes pensábamos que solo los seres humanos podrían realizar sino que cada vez más las realizan a niveles de desempeño sobrehumanos. Algunos robots usados actualmente en la manufactura son mucho más adaptables (y a una fracción del costo) y pueden ser "entrenados" por el personal de la primera línea para realizar tareas que antes se pensaba eran demasiado difíciles para las máquinas; ahora hasta están empezando a encargarse de actividades de servicio, como cocinar hamburguesas o despachar los medicamentos en las farmacias de los hospitales. La inteligencia artificial también está dando pasos agigantados: en una prueba reciente, las computadoras superaron a las personas ya que pudieron leer los labios con un 95 por ciento de precisión mientras que los lectores de labios profesionales lograron un 52 por ciento[7].

Usamos el estado actual de la tecnología con respecto a 18 competencias de desempeño para estimar el potencial de automatización de más de 2,000 actividades laborales en más de 800 profesiones de la economía de los EE.UU., y luego ampliamos nuestro análisis para cubrir la economía mundial (ver el Recuadro E1: "Cómo establecimos el potencial de automatización de la economía mundial").

---

5 La palabra "robot" proviene de la palabra trabajo en eslavo, "robota." Karel Capek, *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)*, 1920. La obra está disponible en www.gutenberg.org.

6 Steven Rosenbush and Laura Stevens, "At UPS, the algorithm is the driver," *Wall Street Journal*, February 16, 2015. Amazon employees can pick and pack three times as many products per hour with the help of robots. Eugene Kim, "Amazon is now using a whole lot more of the robots from the company it bought for $775 million," *Business Insider*, October 22, 2015; Kim Bhasin and Patrick Clark, "How Amazon triggered a robot arms race," *Bloomberg*, June 29, 2016.

7 Hal Hodson, "Google's DeepMind AI can lip-read TV shows better than a pro," *New Scientist*, November 21, 2016.

Recuadro E1. Cómo establecimos el potencial de automatización de la economía mundial

Para evaluar el potencial de automatización de la economía mundial desagregamos una serie de profesiones en las actividades que las componen y que son remuneradas en los lugares de trabajo del mundo. Cada una de estas actividades requiere una combinación de 18 competencias de desempeño, que mostramos en el Anexo E1. Existen cinco grupos: percepción sensorial, competencias cognitivas, procesamiento del lenguaje natural, competencias sociales-emocionales y competencias físicas.

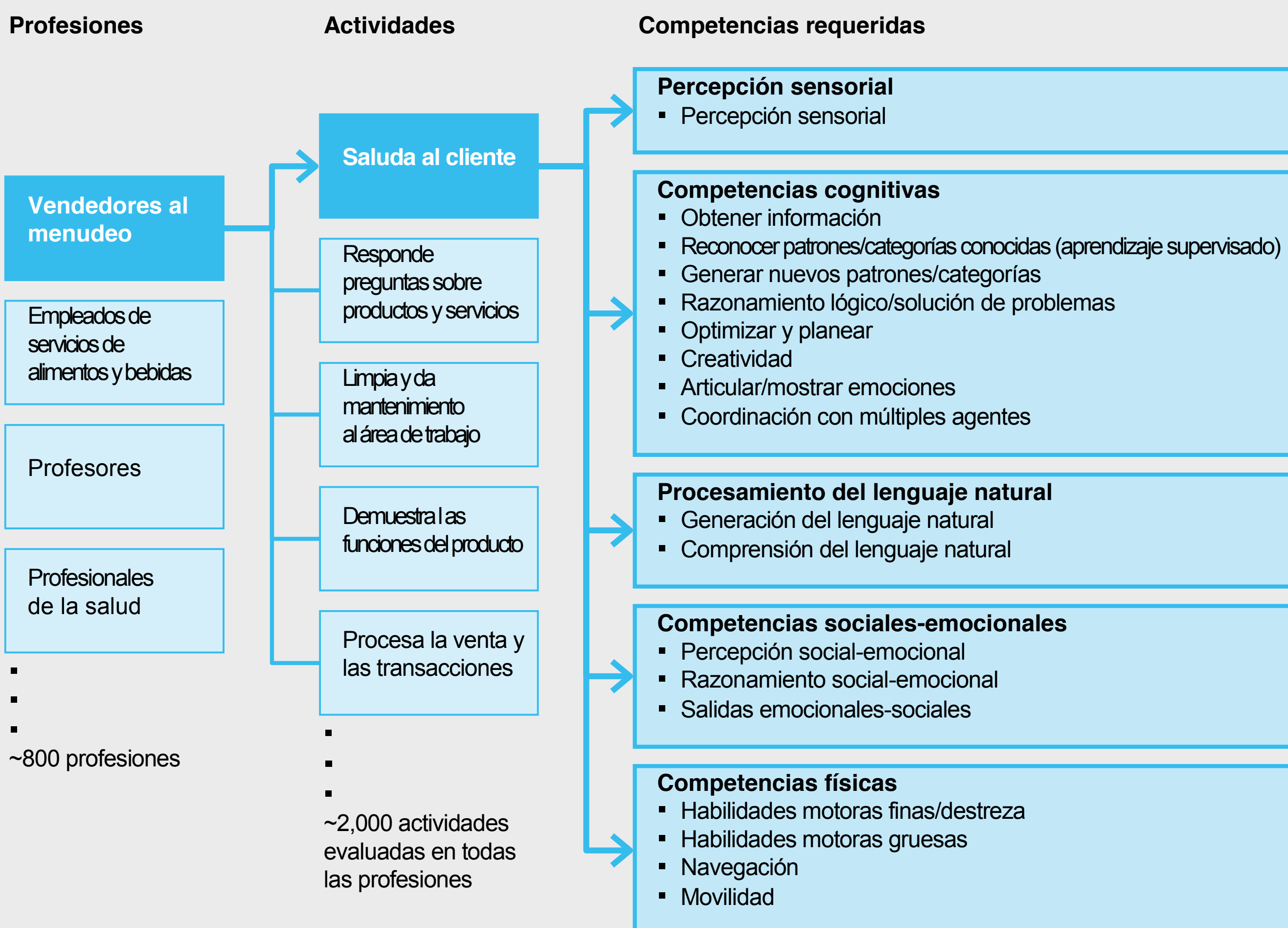
Estimamos el nivel de desempeño que se requiere en cada una de estas competencias para realizar exitosamente cada actividad basándonos en la manera en que la llevan a cabo los seres humanos actualmente (es decir, si la competencia se requiere y de ser así, si el nivel de desempeño humano es a nivel medio, por debajo de la media o a un alto nivel de desempeño humano [por ejemplo, dentro del percentil 25]). Luego evaluamos el desempeño de las tecnologías que existen actualmente usando el mismo criterio.

Este análisis nos habilitó para estimar el potencial de automatización de más de 2,000 actividades laborales de más de 800 profesiones de la economía, basándonos en los datos del Departamento del Trabajo de los EE.UU. Al estimar el lapso dedicado a cada una de estas actividades laborales pudimos estimar el potencial de automatización de las profesiones en sectores de toda la economía, comparándolos con los niveles salariales por hora. Recurrimos a expertos de la industria para desarrollar escenarios para saber qué tan rápidamente es posible mejorar el desempeño de las tecnologías de automatización en cada una de estas competencias.

El análisis que realizamos para los EE.UU. nos brindó la pauta para estimar el potencial de la automatización y para crear escenarios del tiempo necesario para su adopción en otras 45 economías que representan cerca del 80 por ciento de la fuerza laboral mundial. Para obtener mayor información sobre nuestra metodología, por favor refiérase al anexo técnico del artículo completo.

Anexo E1

Para evaluar el potencial de automatización estructuramos nuestro análisis en torno a 2,000 diversas actividades laborales



FUENTE: Análisis del Instituto McKinsey Global

Solo un pequeño porcentaje de las profesiones pueden automatizarse totalmente si se adaptan las tecnologías actuales, aunque sí es posible automatizar algunas de las actividades laborales de casi todas las profesiones

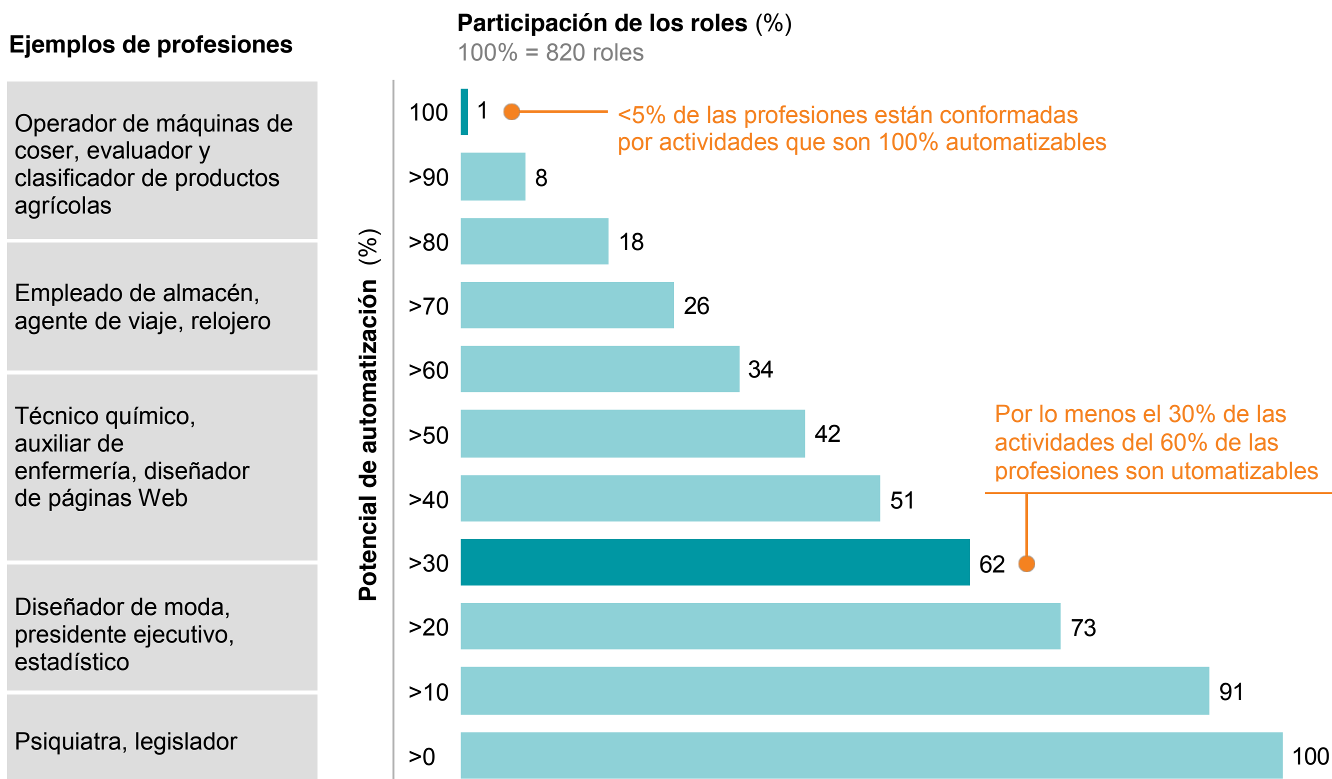
A diferencia de otros estudios, nuestro análisis se centra en las actividades laborales en lugar de en profesiones completas. Consideramos que las actividades laborales son una medida más relevante y útil dado que las profesiones están conformadas por una gama de actividades con diferente potencial de automatización[8]. Por ejemplo, un vendedor al menudeo dedicará cierto tiempo a interactuar con los clientes, a surtir los anaqueles o a las ventas telefónicas. Cada una de estas actividades es distinta y requiere diferentes competencias para desempeñarlas con éxito.

En términos generales, estimamos que el 49 por ciento de las actividades que son remuneradas en la economía global tienen el potencial de ser automatizadas si se adaptan las tecnologías probadas en la actualidad. Aunque menos del 5 por ciento de las profesiones pueden ser totalmente automatizadas, cerca del 60 por ciento tienen por lo menos un 30 por ciento de actividades automatizables (Anexo E2). Aunque ciertas categorías de actividad, tales como procesar o compilar datos, realizar actividades físicas y operar maquinaria en un entorno predecible tienen un alto potencial de automatización, la susceptibilidad es considerablemente menor en otras actividades como interactuar con otras personas, tener pericia en la toma de decisiones y planear o para las tareas creativas y el desarrollo y gestión del personal (Anexo E3).

Anexo E2

Aunque pocas profesiones son totalmente automatizables, el 60 por ciento de todas ellas tienen por lo menos un 30 por ciento de actividades que son automatizables

Potencial de automatización de los puestos basado en la tecnología probada en los EE.UU. (acumulada)[1]



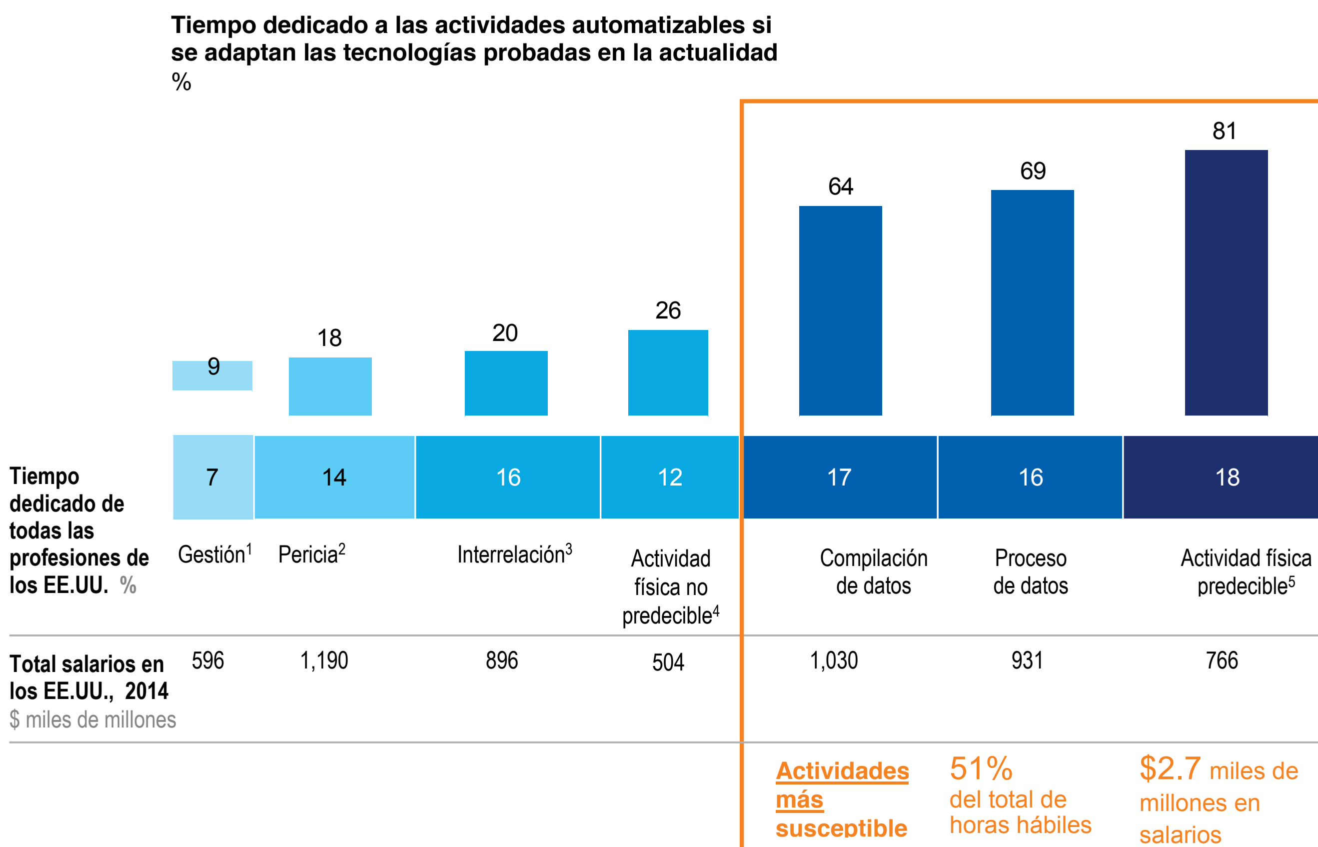
1 Definimos el potencial de automatización de acuerdo a las actividades laborales que pueden ser automatizadas si se adaptan las tecnologías probadas en la actualidad.

FUENTE: Buró de Estadísticas Laborales de los EE.UU; análisis del McKisney Global Institute

[8] Los estudios más recientes sobre el impacto de la automatización en el lugar de trabajo se enfocan en las profesiones. Refiérase a: Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford Martin School, September 17, 2013; *The future of jobs: Employment, skills, and workforce strategy for the fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, January 2016.

Anexo E3

Tres categorías de actividades laborales tienen un potencial de automatización considerablemente más alto



1 Gestionar y desarrollar al personal.
2 Aportar pericia en la toma de decisiones, la planeación y las tareas creativas.
3 Interrelacionarse con las partes interesadas.
4 Desempeñar actividades físicas y operar equipo en entornos no predecibles.
5 Desempeñar actividades físicas y operar equipo en entornos predecibles.
NOTA: Puede ser que las cifras no sumen debido al redondeo

FUENTE: Buró de Estadísticas Laborales de los EE.UU; análisis del Instituto McKisney Global

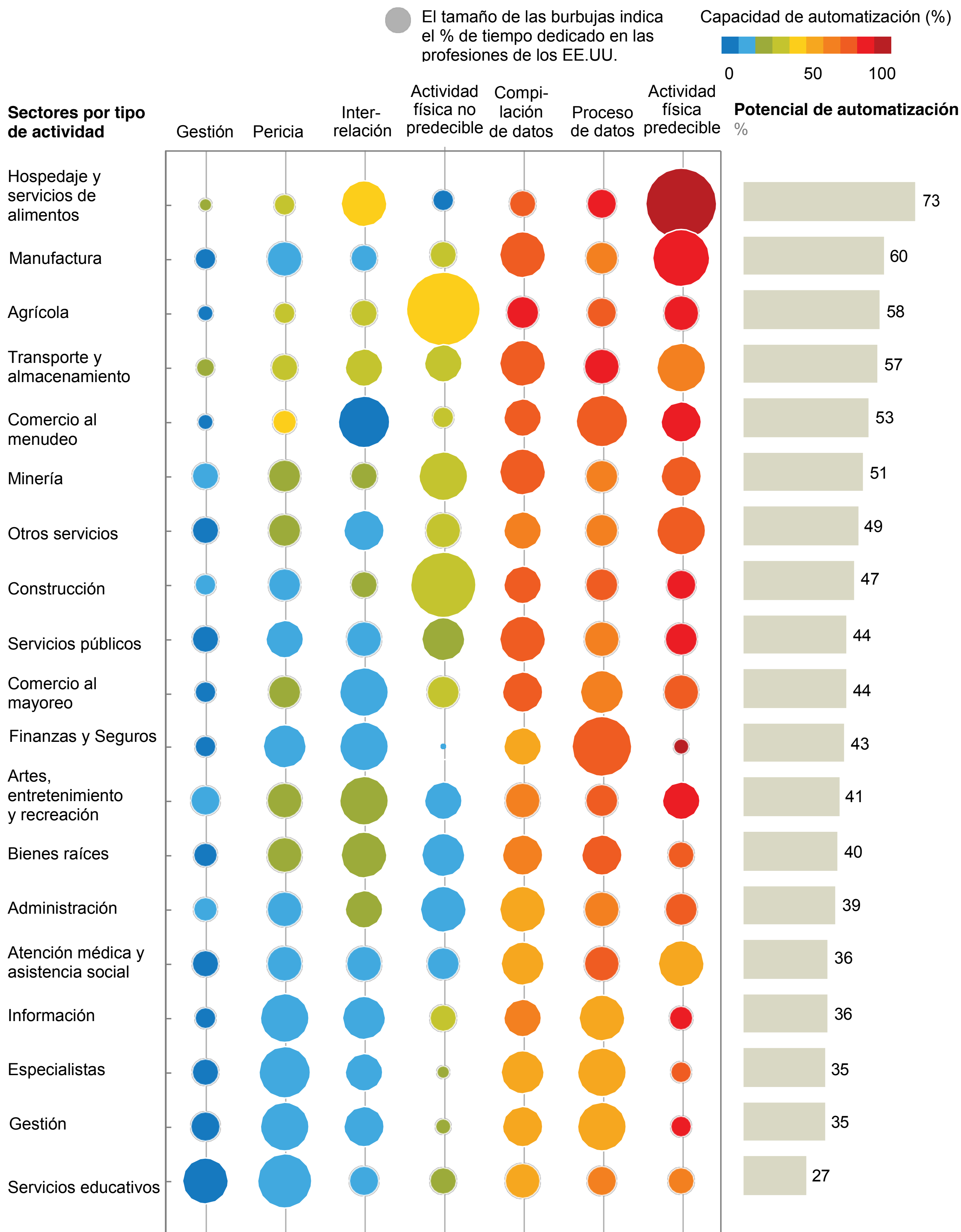
El grado de potencial de automatización varía considerablemente entre los sectores y países

Nuestro análisis sugiere un significativo grado de variación en el potencial de automatización entre los sectores de la economía y entre las profesiones dentro de esos sectores. Por ejemplo, casi una quinta parte del tiempo empleado en los lugares de trabajo de los EE.UU., implica la actividad física predecible y prevalece en sectores tales como la manufactura y el comercio al menudeo. Por consiguiente, estos sectores tienen un potencial de automatización relativamente alto usando las tecnologías actuales. El Anexo E4 muestra una gama de sectores de la economía de los EE.UU. desglosados en diferentes categorías de actividad laboral[9].

[9] Un mapa interactivo del potencial de automatización de múltiples sectores de la economía está disponible en línea en http://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/

Anexo E4

El potencial de automatización varía en todos los sectores dependiendo de la mezcla de tipos de actividades



FUENTE: Buró de Estadísticas Laborales de los EE.UU; análisis del Instituto McKinsey Global

También existen considerables variaciones dentro de los sectores. En la manufactura, por ejemplo, existen profesiones que tienen una gran proporción de actividades físicas en entornos predecibles como son los soldadores y los cortadores; las actividades de los soldadores tienen un potencial de automatización mayor al 90 por ciento si se adaptan las tecnologías ya desarrolladas mientras que la susceptibilidad para los representantes de servicios al cliente no supera el 30 por ciento.

Aunque el salario y los niveles de habilidad están negativamente correlacionados con el potencial de automatización (en promedio, las profesiones con los salarios y requerimientos de habilidades más altos tienen menor potencial de automatización, lo cual refleja un cierto sesgo en las habilidades), existen muchas variaciones que afectan los promedios. Básicamente todas las profesiones ya sean de trabajadores altamente calificados o no calificados tienen cierto potencial de automatización, incluyendo a los altos ejecutivos; estimamos que alrededor del 25 por ciento del trabajo es automatizable, principalmente las tareas tales como analizar informes y datos para sustentar las decisiones, revisar los informes de estatus, preparar las asignaciones del personal, etcétera.

A nivel mundial, las actividades automatizables equivalen a 1.1 miles de millones de empleados y $15.8 billones en salarios (Anexo E5). Cuatro economías (China, India, Japón y los EE.UU.) representan un poco más de la mitad de estos salarios y empleados; China e India en su conjunto representan el mayor potencial de empleos automatizables (más de 700 millones de empleados equivalentes a tiempo completo) debido al tamaño relativo de sus fuerzas laborales. El potencial también es alto en Europa: de acuerdo a nuestro análisis, 54 millones de empleados equivalentes a tiempo completo o $1.7 billones en salarios, están asociados con actividades automatizables en las 5 economías más importantes: Francia, Alemania, Italia, España y el Reino Unido.

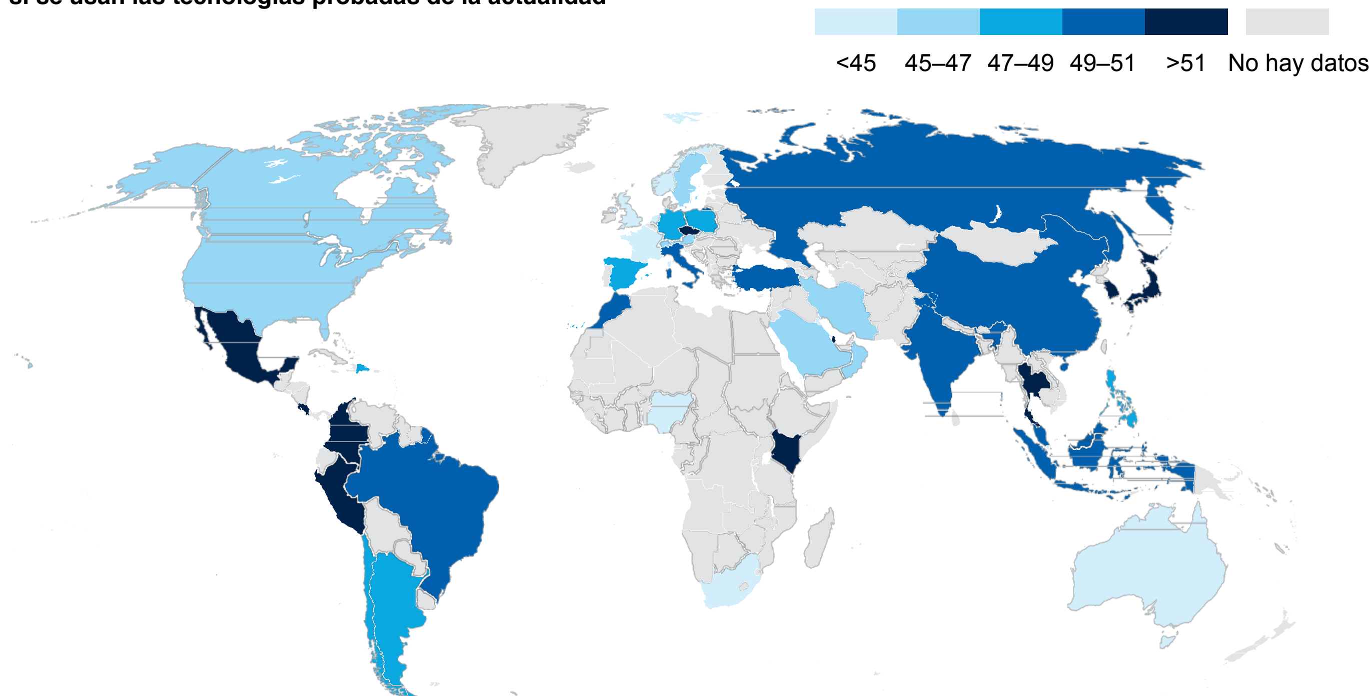
Nuestro análisis del potencial de automatización de la economía global muestra que existe una distancia entre los países de cerca de 15 puntos porcentuales. Dos factores explican esta distancia. El primero es la conformación sectorial de cada economía, es decir, la proporción de la economía nacional de los sectores como la manufactura, el hospedaje y los servicios alimentarios, los cuales tienen un potencial de automatización relativamente alto en comparación con la proporción que existe en sectores con un menor potencial de automatización, como es la educación. El segundo factor es la conformación profesional de los sectores en los diferentes países. En otras palabras, en qué medida los trabajadores de estos sectores están en cargos con un alto potencial de automatización, tales como la manufactura y los que están en cargos con menor potencial de automatización como la gerencia y administración. Los datos pormenorizados de los 46 países que hemos estudiado están disponibles en línea[10].

[10] Los datos se pueden visualizar en el sitio Web público del Instituto McKisney Global en tableau.com: **http://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/**

Anexo E5

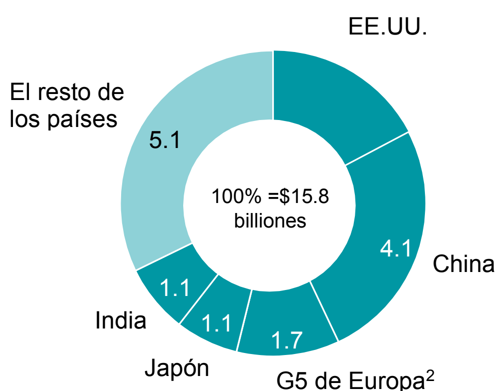
El potencial de automatización de la economía mundial es considerable aunque existen variaciones entre los países

Porcentaje ponderado total de las actividades de los empleados que se pueden automatizar si se usan las tecnologías probadas de la actualidad[1]

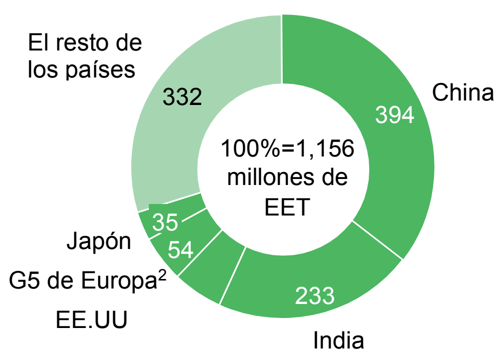


El potencial de automatización se concentra en los países con mayor población y/o salarios altos
Impacto potencial debido a la automatización si se adapta la tecnología probada de la actualidad (46 países)

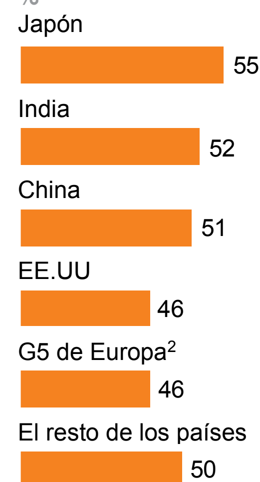
Salarios asociados con las actividades automatizables
$ billones



Mano de obra asociada con las actividades automatizables
Milliones EET



Potencial de automatización
%



1 Pakistán, Bangladesh, Vietnam e Irán son los países con mayor población que no están incluidos.
2 Francia, Alemania, Italia, España y el Reino Unido.
NOTA: Puede ser que las cifras no sumen debido al redondeo.

FUENTE: Pronósticos de Oxford Economics; base de datos Emsi; Buró de Estadísticas Laborales de los EE.UU; análisis del Instituto McKisney Global

FACTORES QUE AFECTAN EL RITMO Y ALCANCE DE LA AUTOMATIZACIÓN

No obstante el avance de la tecnología, el trayecto desde identificar el potencial de automatización hasta su total adopción puede llevar décadas. Cinco factores afectan ese trayecto:

- **La viabilidad técnica.** La tecnología tiene que ser inventada, integrada y adaptada a soluciones que automaticen actividades específicas. La implementación en el lugar de trabajo solo puede iniciar cuando las máquinas hayan alcanzado el nivel de desempeño requerido en las competencias necesarias para realizar algunas actividades en particular. Aunque las máquinas ya equiparan o superan a las personas en algunas de las 18 competencias de nuestro marco de trabajo (como son la obtención de información, las habilidades motoras gruesas y la optimización y planeación), muchas otras competencias requieren mayor desarrollo tecnológico. En particular, los avances en la comprensión del lenguaje natural pudieran abrir la puerta a un potencial de automatización considerablemente más técnico. Las competencias de razonamiento emocional-social también requerirían mayor sofisticación para muchas actividades laborales. Para las actividades laborales típicas, se necesitarán simultáneamente múltiples competencias, tales como la percepción sensorial y la movilidad; por lo tanto se requiere diseñar las soluciones que integren competencias específicas en su contexto.

- **El costo de desarrollar e implementar las soluciones.** El costo de la automatización afecta el caso de negocios para su adopción. El desarrollo y diseño de las tecnologías de automatización requieren capital. Las soluciones de hardware van desde computadoras estándar hasta hardware diseñado específicamente para aplicaciones tales como los robots con brazos y otras partes móviles que requieren destreza. Las cámaras y sensores se requieren para cualquier actividad que necesite competencias de percepción sensorial, mientras que la movilidad requiere ruedas u otro tipo de hardware que habilite a las máquinas para moverse. Dichos atributos aumentan los costos relativos a una plataforma de hardware de uso general. Hasta las soluciones "virtuales" que están basadas en software requieren inversiones reales en diseño para crearlas. Para su implementación el hardware requiere un considerable gasto de capital y por lo tanto la automatización que lo requiere tiene altos costos iniciales comparados vs. los salarios. Las soluciones de software, en contraste, tienden hacia un costo marginal mínimo el cual las hace menos caras que los salarios y por tanto suelen ser adoptadas rápidamente. Con el paso del tiempo tanto los costos del hardware como del software disminuirán por lo que se volverán competitivos vs. la mano de obra humana para un creciente número de actividades.

- **Las dinámicas del mercado laboral.** La calidad (por ejemplo, las habilidades), la cantidad, así como la oferta, la demanda y los costos alternativos de la mano de obra humana afectan qué actividades serán automatizadas. Por ejemplo: la cocina de un restaurante tiene un alto potencial de automatización mayor al 75 por ciento, fundado en las tecnologías probadas de hoy día; pero la decisión de implementar la tecnología tendrá que tomar en cuenta los costos de los salarios de los cocineros, quienes ganan $11 por hora en promedio en los EE.UU. y la gran cantidad de personas dispuestas a trabajar como cocinero por ese salario. Las dinámicas del mercado laboral también difieren por ubicación geográfica, no solo en términos de cómo diversos aspectos demográficos y su evolución afectan la base de suministro de mano de obra sino también los diferentes salarios. Más aun, los efectos de la automatización pueden interactuar con las habilidades y suministro del mercado laboral. Por ejemplo, si los trabajadores de ingresos medios (como los empleados y trabajadores de las fábricas) son desplazados debido a la automatización de la compilación y procesamiento de datos y de las actividades físicas predecibles, tendrían que realizar trabajos de menor salario, lo cual aumentaría la oferta de trabajadores y potencialmente presionaría los salarios a la baja. Alternativamente, podrían tomarse un tiempo para reentrenarse para otros puestos de mayor habilidad, demorando su reentrada a la fuerza laboral y por tanto reduciendo temporalmente la oferta de trabajadores.

- **Los beneficios económicos.** Además de los ahorros en costos de mano de obra, el caso de negocios para la automatización puede incluir mejoras al desempeño tales como mayores ganancias, mayor producción y productividad, mayor seguridad y mayor calidad, lo cual a veces

supera los beneficios de sustituir la mano de obra (ver el Recuadro E2: “Las tecnologías de la automatización pueden brindar considerables beneficios al desempeño para las compañías más allá de la sustitución de mano de obra”). Por ejemplo: los beneficios de una mayor producción y de menores costos de mantenimiento general por automatizar el cuarto de control de una instalación de petróleo y gas eclipsan aquellos asociados con menores costos de mano de obra en el cuarto de control. La conducción automatizada de automóviles y camiones puede no solo reducir los costos de mano de obra asociados a los choferes sino también mejorar la seguridad (la gran mayoría de los accidentes son el resultado de errores de los choferes) y la eficiencia de combustible.

Recuadro E2. Las tecnologías de la automatización pueden brindar considerables beneficios al desempeño para las compañías más allá de la sustitución de mano de obra

La implementación de las tecnologías de automatización puede aportar a las compañías una serie de beneficios al desempeño. Estos beneficios son variados, dependiendo de cada caso y potencialmente muy considerables (pueden ser significativamente mayores a las reducciones de costos asociadas con la sustitución de mano de obra). Incluyen, aunque no se limitan a: mayor producción, mejor calidad, mejor seguridad, menor variabilidad, reducción del desperdicio y mayor satisfacción del cliente.

Desarrollamos varios estudios de casos hipotéticos para obtener un mejor entendimiento del potencial de automatización en diferentes lugares y buscamos cuantificar el impacto económico de implementarla. Los estudios de casos son: los servicios de urgencias hospitalarios, el mantenimiento de aeronaves, operaciones de petróleo y gas, una tienda de abarrotes, un bróker hipotecario. Los resultados (aunque con miras a futuro) son sorprendentes. El valor de los beneficios potenciales de la automatización, calculados como porcentaje de los costos operativos, va del 10 al 15 por ciento para los servicios de urgencias hospitalarios y la tienda de abarrotes; es de 25 por ciento para el mantenimiento de aeronaves y de más del 90 por ciento para la originación de hipotecas.

También vemos en la actualidad que la automatización ya está generando valor real. Por ejemplo, Rio Tinto ha implementado camiones de remolque y máquinas de perforación automatizadas en sus minas de Pilbara, Australia, y reportan que están obteniendo incrementos de utilización del 10 al 20 por ciento[1]. Google ha aplicado la inteligencia artificial de machine learning de DeepMind a sus propios centros de datos lo cual llevo a recortar la cantidad de energía que usan en un 40 por ciento[2]. En servicios financieros, la automatización en forma de “procesamiento directo”, donde los flujos de trabajo de las transacciones están digitalizados de punta a punta, puede incrementar la escalabilidad del volumen de transacciones en 80 por ciento, lo cual reduce los errores a la mitad de manera sostenida[3]. La seguridad es otra área que se puede beneficiar de una mayor automatización. Por ejemplo: de los aproximadamente 35,000 decesos en carretera anuales en los EE.UU., cerca del 94 por ciento son el resultado de errores humanos[4].

El costo relativo de la automatización puede ser modesto comparado con el valor que puede generar. Los tipos y tamaños de inversión necesarias para la automatización serán diferentes por industria y sector. Por ejemplo, las industrias con gran intensidad de capital que requieren soluciones de hardware para automatizarse y que están sujetas a una fuerte reglamentación sobre seguridad, probablemente verán plazos más largos entre el momento de realizar la inversión y el de recibir los beneficios que en los sectores donde la automatización será principalmente basada en software y menos intensiva en capital. Para las primeras, esto significará un trayecto más largo para llegar al punto de equilibrio de su inversión en automatización. Sin embargo, nuestro análisis sugiere que el caso de negocios puede ser atractivo a pesar del grado de intensidad de capital.

1 *Mejoras en productividad en un mundo cambiante,* presentación de Michael Gollschewski, Director ejecutivo de Pilbara Mines, Rio Tinto, julio 13, 2015.

2 Rich Evans and Jim Gao, *DeepMind AI reduces energy used for cooling Google data centers by 40%*, Google, blog post, July 20, 2016.

3 João Bueno, Yran Bartolumeu Dias, Alexandre Sawaya, Jorge Valadas. “End-to-end digitization for securities services,” *McKinsey on Payments*, September 2014.

4 “Barack Obama: Self-driving, yes, but also safe,” *Pittsburgh Post-Gazette*, September 19, 2016.

- **Aceptación regulatoria y social.** Aún cuando la implementación de la automatización haga sentido, la tasa de adopción puede ser afectada por factores de contexto tales como la aprobación normativa y la reacción de los usuarios. Existen múltiples razones por las que la adopción de la tecnología no sucede de la noche a la mañana. La inversión de capital en estas nuevas tecnologías lleva tiempo (en su conjunto), lo mismo que cambiar los procesos y prácticas organizacionales para adaptar las nuevas tecnologías. Modificar la configuración de las cadenas de suministro y los ecosistemas puede ser laborioso y a veces requerir que la regulación cambie. La política gubernamental puede frenar velocidad de adopción, diferentes empresas adoptan tecnologías a diferente velocidad. Cambiar las actividades que realizan los trabajadores también requiere de esfuerzo aún si no existe una resistencia activa. Específicamente en el caso de la automatización, los individuos se pueden sentir incómodos en un nuevo mundo donde las máquinas reemplazan la interacción humana hasta en situaciones de la vida personal, como en un hospital, o en lugares donde se espera que las máquinas tomen decisiones de vida o muerte, como al conducir un vehículo.

La adopción de la automatización llevará décadas, a través de una amplia gama de posibles escenarios

Para analizar una gama de escenarios potenciales del ritmo en que la automatización afectará las actividades a través de la economía mundial, construimos un modelo que simplifica los efectos de estos cinco factores en cuatro etapas: desarrollo de competencias, desarrollo de soluciones, viabilidad económica y adopción final. La curva en S del Anexo E6 indica el lapso potencial que surge de nuestros análisis de escenarios al agregar todas las actividades que representan cerca del 80 por ciento de la fuerza de trabajo mundial; la línea azul oscuro representa el escenario de "adopción temprana" y la línea azul clara el escenario de "adopción tardía". Por ejemplo, estimamos que adaptar la tecnología probada actualmente tiene el potencial de automatizar aproximadamente el 50 por ciento de las actividades laborales del mundo de hoy. Aunque la fecha en la cual esto suceda pudiera ser alrededor del 2055 y suponiendo que todos los factores para la adopción exitosa se cumplieran entonces, modelamos los escenarios posibles donde el nivel de adopción sucede casi 20 años antes o después.

Los primeros sectores que sentirán el efecto de la automatización serán los que involucren los tipos de actividades que hoy día clasificamos con el más alto potencial de automatización basándonos en la tecnología probada en la actualidad. Desde una perspectiva geográfica es probable que las economías avanzadas implementen la automatización antes que muchas de las economías emergentes, en gran medida debido a los más altos niveles salariales que hacen más sólido el caso de negocios para la implementación.

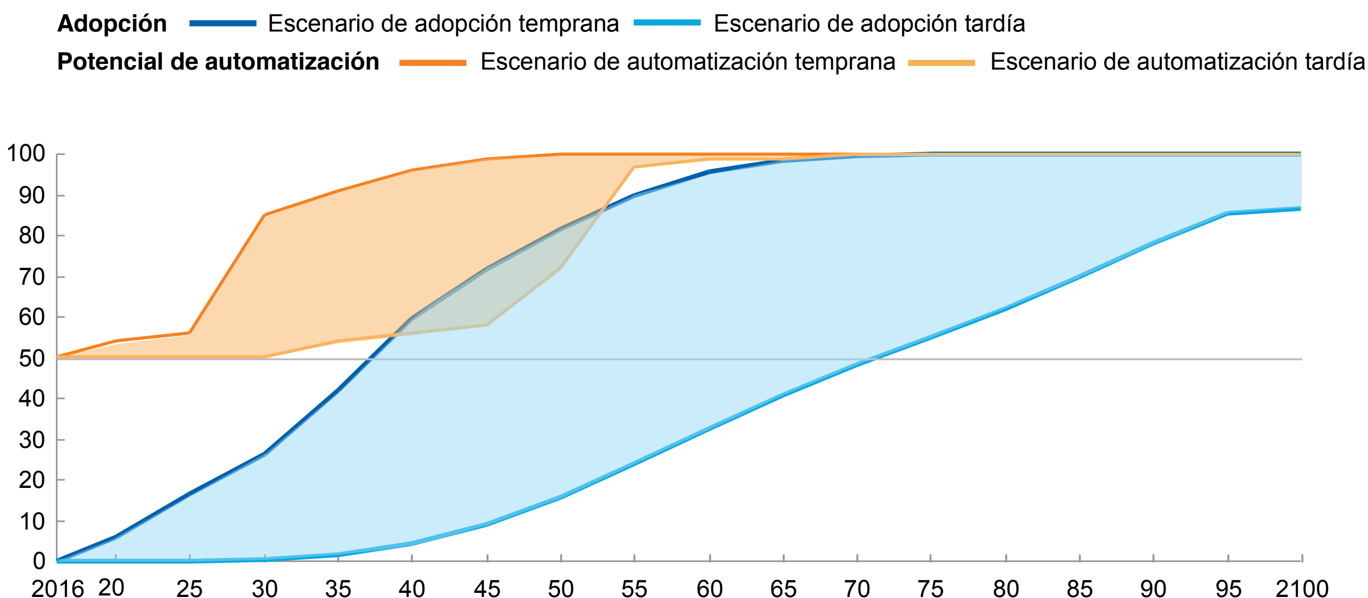
Existen precedentes de esta magnitud de cambio en las actividades laborales a lo largo de varias décadas. En los EE.UU., por ejemplo, la participación del empleo agrícola cayó del 40 por ciento en 1960 al 2 por ciento en el 2000, mientras que la participación del empleo en la manufactura cayó de alrededor del 25 por ciento en 1950 a menos del 10 por ciento en el 2010 (Anexo E7)[11]. En ambos casos, nuevas actividades y empleos fueron creados para compensar los que desaparecieron, aunque no fue posible predecir qué actividades y empleos serían mientras los cambios estaban ocurriendo.

[11] Stanley Lebergott, "Labor force and employment 1800–1960," in *Output, employment, and productivity in the United States after 1800*, Dorothy S. Brady, ed., NBER, 1966; World Bank data; Mack Ott, "The growing share of services in the US economy—degeneration or evolution?" *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, June/July 1987.

Anexo E6

La automatización será una fuerza global aunque su adopción llevará décadas y existe gran incertidumbre sobre cuánto tiempo llevará

Tiempo dedicado en actividades laborales actuales[1]
%



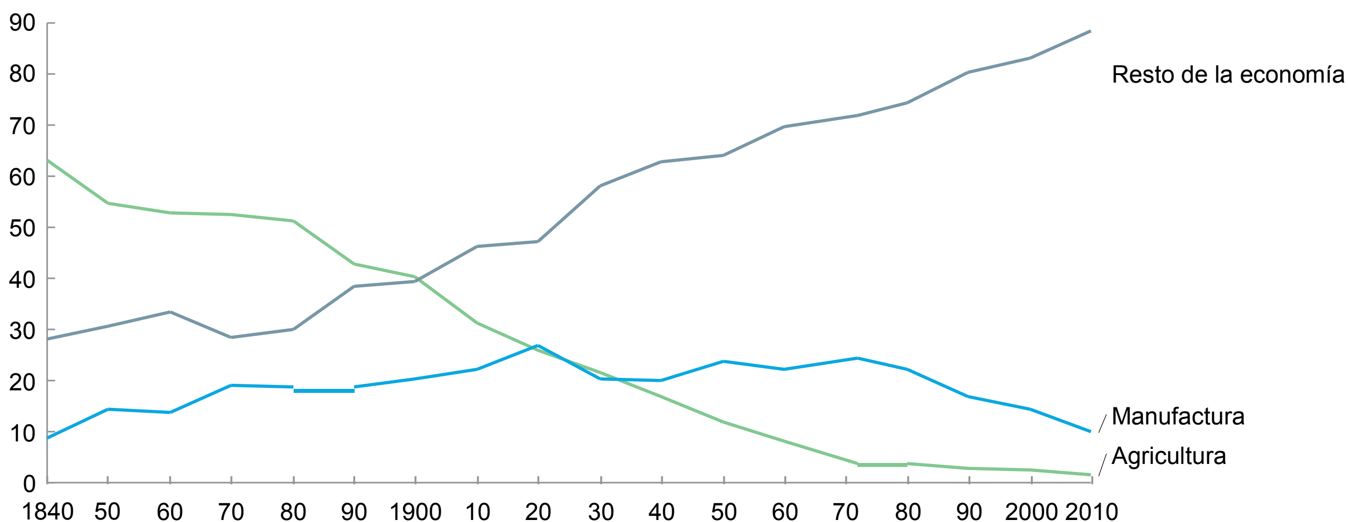
1 Se usaron cuarenta y seis países para este cálculo, que representan cerca del 80% de la fuerza laboral mundial.

FUENTE: Análisis del McKisney Global Institute

Anexo E7

El empleo agrícola cayó del 40 por ciento en 1900 a menos del 2 por ciento en la actualidad

Distribución de la participación de la mano de obra por sector en los EE. UU., 1840–2010
%



FUENTE: Stanley Lebergott, “Labor force and employment 1800–1960,” in *Output, employment, and productivity in the United States after 1800*, Dorothy S. Brady, ed., NBER, 1966; Banco de Datos Mundial, Grupo Banco Mundial; FRED: Economic Research, Federal Reserve Bank of St. Louis; Mack Ott, “The growing share of services in the US economy—degeneration or evolution?” *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, June/July 1987; análisis del Instituto McKinsey Global

Escenarios para el ritmo y alcance de la adopción de la automatización

La primera etapa que modelamos para calcular el tiempo de adopción de la automatización fue el desarrollo de competencias. La implementación en el lugar de trabajo solo empieza cuando las máquinas alcanzan el nivel de desempeño requerido en las capacidades necesarias para llevar a cabo algunas actividades en particular.

Una vez que se han desarrollado las competencias técnicas deben ser integradas a soluciones que puedan ejecutar actividades específicas en el mundo real; es decir, que los sistemas estén disponibles comercialmente. Nuestro análisis sugiere que, en promedio, este proceso de desarrollo de soluciones puede llevar de entre uno a nueve años.

La tercera etapa que modelamos para el cronograma de escenarios es el momento en que la automatización ya sea económicamente viable. Para propósitos del modelo supondremos que la adopción inicia cuando la solución desarrollada para una dada actividad tiene el mismo costo o un menor costo que si la desarrollaran trabajadores humanos de una profesión específica y en un país en particular[12]. Aunque los beneficios en desempeño de la automatización pueden superar en ocasiones a los ahorros en costo de mano de obra, nuestro modelo conservador parte del supuesto de que quienes toman las decisiones considerarán que tanto los primeros como los segundos representarán más o menos el mismo monto.

La adopción y la implementación de la automatización, la cuarta etapa que hemos modelado para desarrollar nuestros escenarios, también puede ser un proceso lento. Para nuestro análisis, estudiamos las tasas históricas de adopción de 25 tecnologías que incluyen tanto hardware como software así como tecnologías de negocios y de consumo. El lapso entre el momento en que estas tecnologías estuvieron disponibles comercialmente y su máximo nivel de adopción fue en general de casi una década y en algunos casos varias décadas, siendo la distancia en tiempo de entre ocho y 28 años[13].

INCLUSO MIENTRAS GENERA CAMBIOS EN EL EMPLEO, LA AUTOMATIZACIÓN PUEDE DAR UN FUERTE IMPULSO A LA PRODUCTIVIDAD Y AL CRECIMIENTO DEL PIB MUNDIAL

La automatización causará que un número considerable de trabajadores sea desplazado y podrá agravar la brecha que existe entre las habilidades y el empleo de los trabajadores calificados y no calificados[14]. Nuestro análisis del potencial de la automatización también sugiere que muchas profesiones se automatizarán primero parcialmente y luego totalmente, lo que tendrá diferentes implicaciones para los trabajadores calificados y los no calificados[15]. Especialmente para los trabajadores no calificados, este proceso pudiera deprimir sus salarios a menos que la demanda aumente. Sin embargo, visto desde una perspectiva de largo plazo, como lo mencionamos antes, los cambios estructurales a gran escala en la historia (donde la tecnología ha causado la pérdida de empleos) han sido acompañados por la creación de multitud de nuevos empleos, actividades y tipos de trabajo[16]. Además los mercados de trabajo pueden ser muy dinámicos: casi cinco millones de personas dejan sus empleos cada mes en los EE.UU., de los cuales

---

12 En este caso costos quiere decir salarios más beneficios, calculados globalmente a partir de la paridad del poder adquisitivo.

13 Probablemente algunas de las tecnologías que modelamos todavía no han alcanzado su pico de adopción.

14 Existe una proliferación de libros de escuelas "tecno-optimistas" y "tecno-pesimistas" que compiten entre sí, entre las que se encuentran: Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee, *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, W.W. Norton & Company, 2014; Robert Gordon, *The rise and fall of American growth: The US standard of living since the Civil War*, Princeton University Press, 2016; and Martin Ford, *Rise of the robots: Technology and the threat of a jobless future*, Basic Books, 2015. Also Jason Furman, "Is this time different? The opportunities and challenges of artificial intelligence," remarks at AI Now: The Social and Economic Implications of Artificial Intelligence Technologies in the Near Term conference in New York, July 7, 2016.

15 Para leer un debate sobre la polarización del mercado laboral, por favor refiérase a: David H. Autor and David Dorn, "The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market," *American Economic Review*, volume 103, number 5, August 2013.

16 Por ejemplo, los resultados de un estudio realizado por la oficina de McKinsey & Company en Francia en el 2011 mostraron que por cada empleo perdido en Francia como resultado del advenimiento de la Internet en los 15 años anteriores, se crearon 2.4 nuevos empleos. *Impact d'internet sur l'économie française: Comment internet transforme notre pays (The internet's impact on the French economy: How the internet is transforming our country)*, McKinsey & Company, March 2011.

cerca de tres millones lo hacen voluntariamente. La mayoría de estas personas no quedan desempleados por un largo periodo, ya que se contratan en otros empleos[17].

Habiendo dicho lo anterior, la automatización también representa una oportunidad substancial para apoyar el crecimiento de la economía mundial. Nuestras estimaciones sugieren que tiene el potencial de contribuir de manera significativa al crecimiento necesario para lograr las aspiraciones de PIB per cápita de todos los países, en un momento cuando los cambiantes aspectos demográficos ponen esas aspiraciones en duda. De hecho, para que este crecimiento ocurra, más que tener un excedente masivo de mano de obra, se necesita que todo mundo siga trabajando (al lado de los robots).

La automatización puede ayudar a cerrar la brecha del crecimiento del PIB proveniente de la disminución de la población en edad de trabajar

El crecimiento del PIB se ha activado durante los últimos cincuenta años impulsado por el crecimiento del empleo y el aumento de la productividad que han contribuido más o menos con el mismo peso. Sin embargo, el declive de las tasas de nacimiento y la tendencia hacia el envejecimiento de la población en muchas de las economías avanzadas y en algunas de las economías emergentes indican que el pico del empleo ocurrirá en la mayoría de los países en el siguiente medio siglo[18]. El declive de la población en edad de trabajar abrirá una brecha en el crecimiento económico: casi la mitad de las fuentes del crecimiento económico del último medio siglo (crecimiento del empleo) se evaporarán conforme la población envejezca. Aún con las tasas de crecimiento de productividad más altas de la historia, el crecimiento económico podría reducirse a la mitad.

La automatización podría compensar al menos algunas de estas tendencias demográficas. Estimamos que la inyección a la productividad que aportaría a la economía mundial sería entre el 0.8 y el 1.4 por ciento del PIB mundial al año, suponiendo que la mano de obra humana que fue desplazada por la automatización vuelva a encontrar un empleo y sea tan productiva como en el 2014. Considerando únicamente el efecto de sustitución de mano de obra, calculamos que para el 2065 la automatización podría potencialmente sumar un crecimiento en productividad de las economías más grandes del mundo (G19 y Nigeria) que equivaldría de 1.1 a 2.3 miles de millones de trabajadores de tiempo completo adicionales (Anexo E8).

El crecimiento en productividad habilitado por la automatización puede garantizar una prosperidad continua en las naciones cuya población está envejeciendo y brindar un impulso adicional a las de rápido crecimiento. La automatización por sí misma no será suficiente para lograr las aspiraciones de crecimiento económico de largo plazo en todo el mundo; para ello se requieren medidas adicionales que den un impulso a la productividad, incluyendo revisar los procesos de negocios o desarrollar nuevos productos y servicios.

Impacto potencial de la automatización en tres grupos de países

La automatización puede impulsar la productividad y ayudar a cerrar la brecha del crecimiento económico en las 20 economías más grandes en el mediano plazo, para el 2030. Hemos dividido a estos países en tres grupos, cada uno de los cuales puede usar la automatización para favorecer sus objetivos de crecimiento económicos nacionales, dependiendo de sus tendencias demográficas y aspiraciones de crecimiento. Los tres grupos son:

- Las economías avanzadas que incluyen a Australia, Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, Corea del Sur, el Reino Unido y los EE.UU. Estos países típicamente encaran una fuerza de trabajo que está envejeciendo, o una más inmediata disminución del crecimiento de la población en edad de trabajar (Alemania, Italia y Japón) que los demás. La automatización puede brindar el impulso a la productividad que requieren para lograr las proyecciones de crecimiento económico que de otra forma se les dificultaría obtener sin otros aceleradores importantes para el crecimiento en productividad. Estas naciones por tanto tienen un alto interés en adoptar la automatización rápidamente.

- Las economías emergentes con poblaciones que están envejeciendo. Este grupo incluye a Argentina, Brasil, China y Rusia, las cuales encaran brechas en el crecimiento

[17] Base de datos de la encuesta sobre vacantes y rotación del Buró de Estadísticas Laborales de los EE.UU.

[18] *Global growth: Can productivity save the day in an aging world?* McKinsey Global Institute, January 2015. Nuestro estimado de la contribución del crecimiento del empleo al crecimiento del PIB de este informe es un poco diferente del anterior, ya que el supuesto usado es la productividad de cada país en lugar de un promedio global.

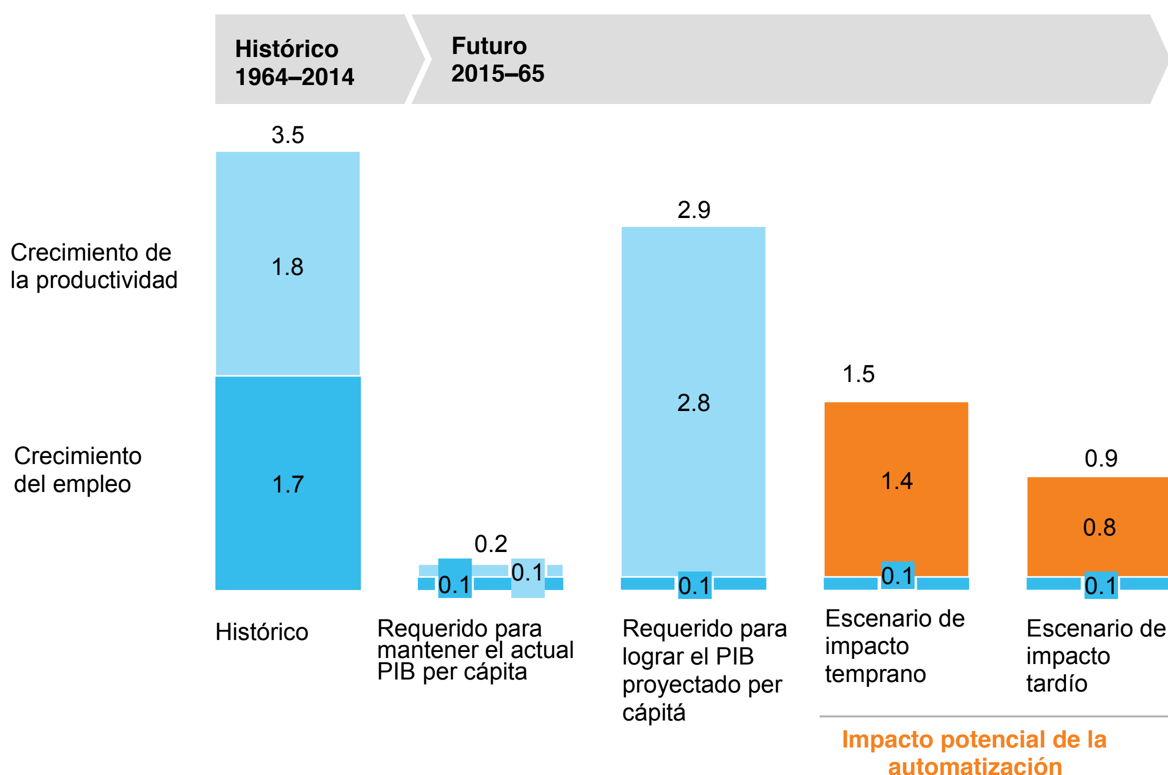
económico como resultado de una disminución en el crecimiento de su población[19]. Para estos países la automatización puede aportar la inyección a la productividad que requieren solo para mantener el PIB per cápita actual. Para lograr una trayectoria de crecimiento más rápida que sea proporcional a sus aspiraciones de desarrollo, estas naciones necesitarían complementar la automatización con fuentes de productividad adicionales, tales como las transformaciones de procesos y se beneficiarían si adoptan la automatización más rápidamente.

- Las economías emergentes con poblaciones más jóvenes. Este grupo incluye a India, Indonesia, México, Nigeria, Arabia Saudita, Sudáfrica y Turquia[20]. El crecimiento continuo de la población en edad de trabajar de estos países puede ayudar a mantener el PIB per cápita actual. Sin embargo, dadas sus aspiraciones de crecimiento, la automatización en conjunto con medidas adicionales que aumenten la productividad serán necesarias para sostener su desarrollo económico.

Anexo E8

A nivel mundial, la automatización puede convertirse en un motor de crecimiento económico conforme el crecimiento del empleo disminuya

Crecimiento del PIB de los G19 y Nigeria
Tasa de crecimiento anual compuesta
%



	Histórico	Requerido para mantener el actual PIB per cápita	Requerido para lograr el PIB proyectado per cápitá	Escenario de impacto temprano / tardío
Crecimiento del PIB per cápitaa Tasa anual de crecimiento compuesta %	2.1	0	2.5	0.5–1.1
Brecha de empleos equivalentes a tiempo completo[1] Miles de millones		0.1	6.7	

1 Se requieren empleos equivalentes a tiempo completo adicionales (EET) para lograr la meta de crecimiento.
NOTA: Puede ser que las cifras no sumen debido al redondeo.

FUENTE: Base de datos de la economía total de The Conference Board; United Nations Population Division; análisis del Instituto McKisney Global

[19] Las tendencias demográficas para China y Rusia son pronunciadas mientras que la brecha futura de la fuerza de trabajo de Argentina es más incierta.

[20] Se proyecta un fuerte crecimiento de las poblaciones de Arabia Saudita y Turquía en los siguientes 20 años y un menor crecimiento a partir de entonces.

Los avances en automatización y su potencial impacto en las economías nacionales pudieran ir en contra de algunos modelos de desarrollo prevalecientes y desafiar las ideas sobre la globalización. Los países que experimentan disminuciones o estancamientos en población podrán mantener sus estándares de vida aun si su fuerza laboral disminuye. En cambio, los países con altas tasas de nacimiento y un crecimiento significativo de la población en edad de trabajar tendrán que preocuparse más sobre generar nuevos empleos en una era de automatización. Es más, la mano de obra de bajo costo puede perder parte de su ventaja como una herramienta esencial de desarrollo para las economías emergentes, conforme la automatización haga bajar el costo de la manufactura a nivel mundial.

CÓMO SE PUEDEN PREPARAR LOS LÍDERES EMPRESARIALES, LOS LÍDERES DEL SECTOR PÚBLICO Y LOS TRABAJADORES PARA LA NUEVA ERA DE LA AUTOMATIZACIÓN

A nivel mundial, los líderes empresariales, los líderes del sector público y los trabajadores encaran grandes desafíos para capturar el potencial total la automatización en la economía aun si logran sortear las principales incertidumbres sobre las repercusiones sociales y el empleo.

La automatización le dará a los líderes empresariales la oportunidad de mejorar su desempeño y entrar a nuevos mercados, pero necesitarán revisar sus procesos y organizaciones

La automatización de varias actividades puede mejorar el desempeño de casi cualquier proceso de negocios[21]. Más allá de habilitar la reducción de costos de mano de obra, puede aumentar la producción, incrementar la confiabilidad y mejorar la calidad, entre otras mejoras al desempeño.

Para evaluar dónde aplicar la automatización y mejorar el desempeño de manera más rentable, los líderes empresariales pueden realizar un inventario exhaustivo de las actividades de su organización y crear un mapa de riesgos que muestre dónde el potencial de la automatización es alto. Una vez que hayan identificado los procesos de negocios con actividades que tienen un alto potencial de automatización, éstas se pueden rediseñar para aprovechar totalmente las tecnologías de automatización (en lugar de solo intentar automatizar mecánicamente las actividades individuales en los procesos actuales). De esta forma pueden evaluar los beneficios y viabilidad de las transformaciones de procesos habilitadas por la automatización.

Aprovechar estas transformaciones puede llevar a eliminar muchos puestos de trabajo. Sería bueno que los líderes empresariales consideren la mejor manera de reubicar esa mano de obra, ya sea dentro de sus organizaciones o fuera de ellas, tanto para mejorar su propio desempeño como para actuar como una empresa socialmente responsable. Los programas de reentrenamiento y de mejora de habilidades serán importantes para apoyar a los trabajadores para que se cambien a nuevos puestos y realicen nuevas actividades. También será crucial que los líderes corporativos garanticen que los elementos organizacionales de sus compañías se adapten al advenimiento de la automatización.

A nivel estratégico, la automatización habilitaría el surgimiento de organizaciones de crecimiento exponencial, que pueden propagar instantáneamente los cambios provenientes de su casa matriz. La tecnología facilitará la medición y el monitoreo, brindando a los gerentes nuevas y eficaces herramientas. Sin embargo, una mayor escala significa que los errores podrían tener mayores consecuencias, lo cual requerirá a su vez mejores controles de calidad.

Incluso si algunas corporaciones crecieran exponencialmente, las tecnologías de automatización y digitales habilitarían a los jugadores pequeños, incluyendo a los individuos y a las empresas pequeñas para emprender proyectos que ahora llevan a cabo las firmas más grandes. El crecimiento de las empresas muy pequeñas y muy grandes pudiera generar una economía bipolar, en la cual las compañías medianas saldrían perdiendo. En todos los sectores la automatización puede intensificar la competencia, habilitando a las firmas para que entren a nuevas áreas fuera de sus negocios medulares y generando una creciente división entre los líderes tecnológicos y los que van a la zaga en cada sector.

[21] Exploramos varios estudios de casos de potenciales transformaciones de procesos de negocios en el Capítulo 3.

Para los líderes del sector público, la adopción de la automatización podría venir acompañada de medidas para mejorar las habilidades y para promover la creación de empleos; además, se deberían reconsiderar las transferencias y las redes de seguridad social

Líderes gubernamentales a nivel mundial tienen un fuerte incentivo para fomentar y habilitar la rápida adopción de las tecnologías de automatización para capturar en su totalidad el impulso a la productividad que es necesario para apoyar las metas de crecimiento económico. Al mismo tiempo necesitan pensar cuidadosamente cómo apoyar al gran número de trabajadores que pudieran ser desplazados dado que los beneficios de la automatización dependen de que los trabajadores sigan trabajando[22].

La adopción temprana de la automatización podría beneficiarse de apoyo del sector público tanto respecto al desarrollo tecnológico como a su implementación. Esto requerirá invertir en el desarrollo de las tecnologías mismas y también en infraestructura con soporte digital para dar soporte a la automatización.

Uno de los más importantes desafíos sociales será reubicar a la mano de obra desplazada. A menudo, los gobiernos no son expertos en anticipar los tipos de empleos que se pueden crear o las nuevas industrias que se pudieran desarrollar. Sin embargo pueden iniciar y promover el diálogo sobre qué trabajos requerirán personal y sobre los desafíos sociales que necesitarán mayor atención y esfuerzo[23]. Los gobiernos también pueden tratar de fomentar nuevas formas de espíritu empresarial habilitadas por la tecnología e intervenir para ayudar a los trabajadores a desarrollar las habilidades más adecuadas para la era de la automatización. Por ejemplo, muchas economías ya están encarando la escasez de científicos de datos (data scientists) y de traductores de negocios[24]. Los gobiernos puedan trabajar con el sector privado para tomar medidas que garanticen que se cubran esas brechas, por ejemplo estableciendo nuevas posibilidades de educación y entrenamiento.

Uno de los desafíos de la nueva era será garantizar que los salarios sean lo suficientemente altos para los nuevos tipos de empleo que se generarán para evitar que continúe la erosión de la contribución de los salarios al PIB, que ha caído fuertemente desde la década de 1970[25]. Si la automatización da como resultado una mayor presión sobre los salarios de los trabajadores, se deben de considerar y probar algunas ideas como los créditos por ingresos del trabajo, la renta básica universal, las transferencias condicionadas, semanas laborales más cortas y las redes de seguridad social. Conforme el trabajo evolucione a un ritmo acelerado entre los sectores, ubicaciones, actividades y requerimientos de habilidades, muchos trabajadores pueden necesitar ayuda para ajustarse a la nueva era.

Los trabajadores deberán trabajar más estrechamente con la tecnología y dejar tiempo libre para enfocase en competencias intrínsecamente humanas que las máquinas no puedan equiparar

Las personas necesitarán adaptarse más integralmente con las máquinas en el lugar de trabajo como parte de sus actividades diarias. Una integración más estrecha con la tecnología dejará más tiempo libre a los trabajadores humanos (incluyendo a los gerentes) para enfocarse en actividades donde aporten habilidades que las máquinas todavía no pueden realizar. Esto podría hacer más complejo el trabajo, más difícil de organizar y los gerentes tendrían que dedicar más tiempo a dar entrenamiento[26].

Conforme las personas toman decisiones sobre su educación y carrera, será importante hacerlas conscientes de los factores que impulsan la automatización en algunos sectores en particular para

---

22 Jason Furman, "Is this time different? The opportunities and challenges of artificial intelligence," remarks at AI Now: The Social and Economic Implications of Artificial Intelligence Technologies in the Near Term conference in New York, July 7, 2016.

23 Tim O'Reilly, "Don't replace people. Augment them," Medium.com, July 17, 2016.

24 *The age of analytics: Competing in a data-driven world*, McKinsey Global Institute in collaboration with McKinsey Analytics, December 2016.

25 *Poorer than their parents? Flat or falling incomes in advanced economies*, McKinsey Global Institute, July 2016.

26 Daron Acemoglu and Pascual Restrepo, "The race between machines and humans: Implications for growth, factor shares and jobs," Vox, July 5, 2016.

que identifiquen cuáles habilidades será útil que adquieran desde la perspectiva del mercado laboral y cuáles serán un complemento de las actividades que probablemente sean automatizadas[27].

Existirá probablemente una gran demanda por trabajadores altamente calificados que trabajen de cerca con la tecnología y que puedan aprovechar las nuevas oportunidades de trabajo independiente conforme el panorama corporativo cambie y el trabajo por proyecto sea subcontratado por las empresas. Los trabajadores medianamente calificados cuyas actividades tengan el más alto potencial de automatización (actividades físicas predecibles, recopilación y análisis de datos) pueden buscar oportunidades de reentrenamiento para prepararse para el cambio y dedicarse a actividades que sean un complemento de las actividades que las máquinas empezarán a realizar.

Los trabajadores no calificados que trabajen con tecnología podrán lograr mejores resultados y más alta productividad pero es probable que sus salarios sean presionados dada la mayor oferta de trabajadores que realicen actividades similares.

Los sistemas de educación necesitarán evolucionar considerando los cambios en el lugar de trabajo y los proveedores de educación tendrán que trabajar en conjunto con el gobierno para que mejoren las habilidades básicas en los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) y para dar un nuevo énfasis a la creatividad así como al pensamiento crítico y sistémico. Será importante desarrollar la agilidad, la resistencia y la flexibilidad en un momento cuando lo más probable es que el trabajo de todas las personas cambie en algún grado.

Por último, la automatización creará la oportunidad de que las personas usen las capacidades inherentes a los humanos que a las máquinas les cuesta mucho trabajo emular: el pensamiento lógico, la solución de problemas, las competencias sociales-emocionales, aportar pericia, dar entrenamiento, desarrollar a otros y la creatividad. Por ahora, la expectativa del mundo laboral es que los hombres y las mujeres asuman tareas repetitivas que no requieren de estas competencias inherentes. Conforme las máquinas realicen cada vez más las actividades predecibles del trabajo, estas capacidades serán más valiosas. La automatización podría hacernos más humanos.

•••

La automatización jugará un rol esencial en aportar por lo menos parte del impulso a la productividad que la economía mundial necesitará en el siguiente medio siglo conforme el crecimiento de las poblaciones en edad de trabajar disminuya. Contribuirá significativamente al crecimiento del PIB per cápita aun si no puede por sí misma ayudar a las economías emergentes para que logren sus aspiraciones de rápido crecimiento. Dada la gama de escenarios alrededor del ritmo y alcance de la adopción de las tecnologías de automatización, seguramente habrá sorpresas. Veremos cambios a gran escala en las actividades del lugar de trabajo durante el siguiente siglo. Estas tendencias ya están en marcha. Los líderes del sector público , los líderes empresariales y los mismos trabajadores no deben esperar para actuar: ya existen medidas para prepararse hoy mismo para que la economía mundial pueda capturar las oportunidades que la automatización ofrece, incluso mientras afronta los obstáculos.

---

27 Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee, *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, W.W. Norton & Company, 2014.

INVESTIGACIÓN RELACIONADA DEL MGI



The age of analytics: Competing in a data driven world (December 2016)
El potencial de los macrodatos sigue creciendo. Aprovecharlos en su totalidad significa que las compañías incorporen las analíticas a su visión estratégica y las usen para tomar mejores y más rápidas decisiones.



Independent work: Choice, necessity, and the gig economy (October 2016)
El informe del MGI estudia todas las formas en que las personas se ganan la vida así como los desafíos del trabajo independiente.



Poorer than their parents? Flat or falling incomes in advanced economies (July 2016)
Los ingresos reales de cerca de dos tercios de los hogares en 25 economías avanzadas no tuvieron cambios o cayeron entre el 2005 y el 2014. Si no se toman medidas, este fenómeno podría tener desastrosas consecuencias económicas y sociales.



Digital Europe: Pushing the frontier, capturing the benefits (June 2016)
Europa está operando por debajo de su potencial digital. Acelerar la digitalización podría sumar billones de euros al crecimiento económico en menos de una década.



Digital America: A tale of the haves and have-mores (December 2015)
Mientras que los sectores, individuos y compañías más avanzadas amplían las fronteras del uso de la tecnología, la economía de los EE.UU., como un todo, solo está aprovechando el 18 por ciento de su potencial digital.



The Internet of things: Mapping the value beyond the hype (June 2015)
Si los legisladores y los negocios no se equivocan, vincular el mundo físico con el digital podría generar hasta $1.1 billones al año en valor económico para el 2025.



A labor market that works: Connecting talent with opportunity in the digital age (June 2015)
Cada vez más, las plataformas de talento en línea están conectando a las personas con las oportunidades de trabajo correctas. Para el 2025 podrían sumar $2.7 billones al PIB mundial y empezar a resolver muchos de los problemas persistentes en los mercados laborales del mundo.



Global growth: Can productivity save the day in an aging world? (January 2015)
Si no se toman medidas, el crecimiento de la economía mundial casi se reduciría a la mitad en los siguientes 50 años. Este informe del MGI ofrece una solución: una dramática mejora en productividad.

www.mckinsey.com/mgi

Existen versiones en formato de libro electrónico de una selección de informes del MGI disponibles en el sitio Web del MGI, en la tienda Kindle de Amazon y en la tienda iBooks de Apple.

Descargue y escuche los podcasts del MGI en iTunes o en www.mckinsey.com/mgi/publications/multimedia/

Imagen de portada © Oli Scarff/Staff/Getty Images News.



McKinsey Global Institute
Enero, 2017
Copyright © McKinsey & Company
www.mckinsey.com/mgi

@McKinsey_MGI
McKinseyGlobalInstitute